

每周工作汇报

| | | | | | |
|----|-----|------|-----------|------|----------|
| 姓名 | 侯宇轩 | 开始日期 | 2019.2.25 | 结束日期 | 2019.3.4 |
|----|-----|------|-----------|------|----------|

1. 本周任务与计划

1.1 研究任务

阅读蔡老师布置的论文：PDE-Net: Learning PDEs from Data，学习其中的方法，思考如何用其对 level-set 进行改进，来应用在神经纤维瘤分割上。

2. 本周工作概要

2.1 当前的进展

本周工作

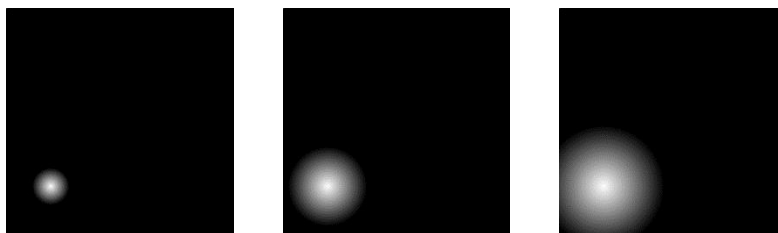
目标：使用 PDE-net 将 Level set 分割正圆的过程学习出来

将训练所用数据修改成为 signed distance function （以分割一个圆为例。函数即为距圆心的长度/圆的半径）

$$V = \frac{r_c - \sqrt{(x - x_c)^2 + (y - y_c)^2}}{r_c}$$

这样可以保证圆周上的 speed=0（水平集扩散到圆周上即停止）圆内 speed 为正（向外），圆外 speed 为负（向内）。

将 signed distance function 的范围从圆内扩张到圆外



0 iters

50 iters

100 iters

上方的 xx iters 指的是 level set 的迭代步数，上方图片是对应步数生成的训练数据，最终将 150 步的训练数据输入 PDE-net 网络。

本周修复了代码中的一些问题，因此训练结果有所改观。

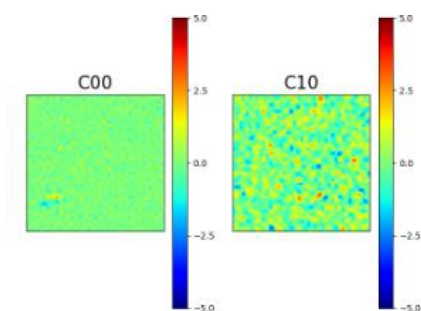
输入到 PDE-net 中的训练结果如下：

方程形式如下

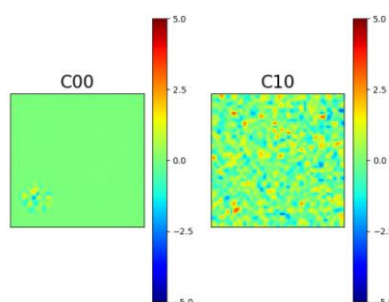
$$\begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial t} = & C_{00}(x, y)u + C_{10}(x, y)\frac{\partial u}{\partial x} + C_{01}(x, y)\frac{\partial u}{\partial y} + C_{11}(x, y)\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} \\ & + C_{20}(x, y)\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + C_{02}(x, y)\frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \dots \end{aligned}$$

$$u|_{t=0} = u_0(x, y)$$

训练得到的系数：（为了对比明显，只截出零阶微分项与一阶微分项的系数）



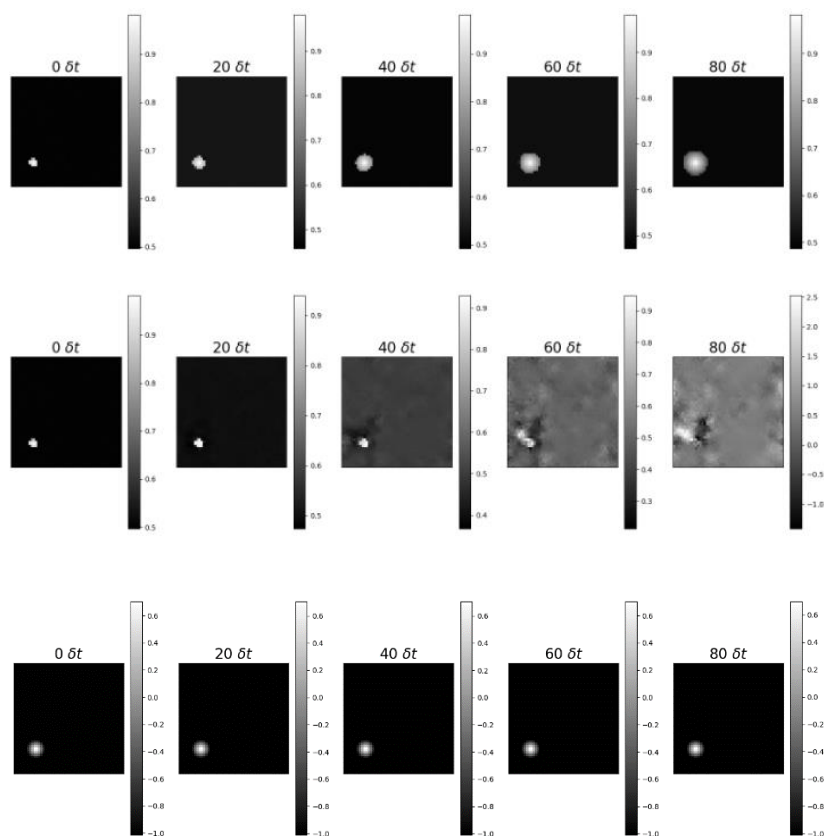
上周的版本



本周的版本

可以看到右方预测结果在左下角有明显的圆形分布（当前做的就是圆形分割）。

预测：



第一行：正确结果 第二行：上次预测结果 第三行：本次预测结果

可以看到，本次结果不再出现 80step 后整个发散的情况，但是出现类似恒等映射（也可能是更新速度过慢）的情况

另： PDE-net 的作者发布新文章

PDE-Net 2.0: Learning PDEs from Data with A Numeric-Symbolic Hybrid Deep Network

主要改进是使用 Numeric-Symbolic Network 用于预测微分项系数，据作者说稳定性更好。

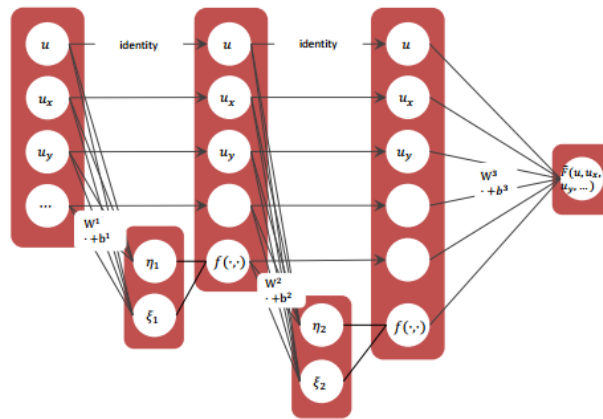


Figure 3: The schematic diagram of *SymNet*

原有（PDE-net 1.0）微分系数预测实际上只有最左边的一层，现在变成了多层的叠加，可以表达的方程形式更多。

目前该文章还没有发表，作者也没有放出代码可供参考，不过该文章中提供了更多 PDE-net 适用的例子，包括 2 维热传导方程，2 维 Burgers 方程等等，为调试提供了参考。

在与蔡老师交流后，收获如下：

- (1) 我目前是每迭代一步就重新生成 **signed distance function**, 计算方程中除以半径，例如水平集半径从 5cm → 10cm → 20cm, 5cm 与 10cm 时圆心处速度都为 +1。蔡老师指出，半径更大时速度也应该更大，这应该也是出现扩张速度慢的原因。
- (2) 我们想要学习 **level set** 的扩张过程，本质上是在曲线扩张中，对于任一点当前运动速度方向、大小应该求解 PDE 来得到，如果能使用 PDE-net 将求解 PDE 的过程省略为类似泰勒展开的求解过程，就可以大幅加速。

3. 下周工作计划

调整 signed distance function 的大小，对流体与水平集关系继续研究。

附表：工作整理

| 任务类型 | 任务内容 | 截止日期 | 当前进度 |
|------|------|------|------|
| | | | |

| | | | |
|----|---------------------------------------|----|--------------------------------------------------------------------|
| 工作 | 肝脏分割比赛 （浙一举办） 负责 registraion 部分 | 结束 | 对肝脏配准继续进行研究、调整。 |
| 工作 | 神经纤维瘤研究 （中期目标） | | 蔡老师提出新方法：使用偏微分方程网络 PDE-net 对 level set 进行改进。现在最重要的是找到网络能学习的合适训练数据。 |

本周工作时长：8 小时*5+ 3 小时*2 = 46 小时。